

Kühleinrichtung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Kühleinrichtung mit einer Kühlstruktur, die wenigstens eine Fläche zum Einleiten von Wärme aufweist, und einem Kühlkörper, der mit der Kühlstruktur wärmeleitend verbunden ist.

Zur Kühlung elektronischer Komponenten, zum Beispiel Mikroprozessoren oder Leistungs-IC-Bauteile von Datenverarbeitungsanlagen, werden im Stande der Technik Kühlkörper
10 verwendet, die häufig eine Vielzahl von Rippen aufweisen, um eine möglichst große Fläche für den Wärmeaustausch zwischen dem Kühlkörper und dem den Kühlkörper umgebenden Kühlmedium, zum Beispiel Luft, vorzusehen. Um eine effiziente Kühlung zu erhalten, sollte der thermische Widerstand zwischen der Oberfläche der zu kühlenden Komponente, dem Kühlkörper und dem Kühlmedium minimiert werden. Hierzu genügt bei geringeren,
15 abzuführenden Wärmemengen eine thermisch gut leitende Verbindung der zu kühlenden Komponente mit dem Kühlkörper, um eine passive Kühlung der Komponente zu bewirken. Müssen größere Mengen Wärme abgeführt werden, werden im Stand der Technik häufig Lüfter eingesetzt, die in der Nähe des Kühlkörpers montiert werden. Diese erzeugen eine Luftströmung im Bereich des Kühlkörpers und somit eine Verbesserung der Wärmeabgabe
20 von dem Kühlkörper an die Umgebung. Solche Verbindungen aus Kühlkörpern und Lüftern werden zum Beispiel für die Kühlung von Prozessoren, insbesondere der CPU von PCs und anderen Datenverarbeitungsanlagen, eingesetzt.

Die Verwendung eines Lüfters zur lokalen Erhöhung der Luftströmungsgeschwindigkeit im Bereich des Kühlkörpers unterliegt hinsichtlich ihrer Wirksamkeit Einschränkungen, weil die
25 Trennung von wärmeaustauschenden Flächen und Erzeugung der Luftströmung stets ein Kompromiß zwischen Strömung und Wärmeleitung erfordert. Für die Abgabe der Wärme an die Umgebung ist eine möglichst große Oberfläche notwendig, die sich bei begrenzten Platzverhältnissen nur durch eine hohe Zahl an Kühlrippen realisieren läßt. Werden dabei die

Kühlrippen zu dünn, kann die Wärme nicht mehr effizient in den Rippen geleitet werden, d.h. eine Mindest-Rippendicke, die auf das Gesamtsystem angepaßt sein muß, ist erforderlich.

Bei beschränkten Außenabmessungen des Kühlkörpers hat dies zur Folge, daß der freie Querschnitt für die Kühlkanäle stark abnimmt. Dabei steigt der Druckverlust stark an und der
5 Durchsatz an Kühlmedium geht stark zurück. Die Folge ist, daß die Temperatur des Kühlmediums und damit auch die Temperatur des zu kühlenden Bauteiles wesentlich ansteigt, d.h. der Kühleffekt nimmt erheblich ab.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Kühleinrichtung für elektronische Komponenten, wie Mikroprozessoren in Datenverarbeitungsanlagen, anzugeben, die solche
10 Komponenten effektiv und mit hohem Wirkungsgrad kühlen kann.

Diese Aufgabe wird durch eine Kühleinrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

Die Erfindung sieht eine Kühleinrichtung vor, mit einer Kühlstruktur, welche wenigstens eine Fläche zum Einleiten von Wärme aufweist, und mit einem Kühlkörper, der mit der Kühlstruktur wärmeleitend verbunden ist. Die Erfindung erreicht eine besonders hohe
15 Wärmeabgabe dadurch, daß der Kühlkörper beweglich ausgestaltet ist, um durch die Bewegung des Kühlkörpers einen Luftstrom zu erzeugen, der die Wärmeabgabe von den Kühlkörper an die Umgebung unterstützt. Insbesondere ist der Kühlkörper mit einer Welle drehfest verbunden, wobei die Welle in der Kühlstruktur drehbar gelagert ist. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Kühlkörper flügelartige
20 oder schaufelartige Kühlflächen auf, die von der Welle in radialer Richtung abstehen. Die Welle kann beispielsweise durch ein Elektromotor angetrieben werden.

Der Erfindung liegt der Gedanke zu Grunde, anstelle von feststehenden, Wärme übertragenden Flächen eines Kühlkörpers zur Steigerung der Wärmeabgabe einen Kühlkörper zu verwenden, der ähnlich wie ein Lüfterrad bewegliche Flächen und insbesondere rotierende
25 Flächen aufweist. Der Kühlkörper kann ähnlich gestaltet sein wie ein Radiallüfter, welcher rotierende, schaufelartige Flügel hat, oder wie ein Axiallüfter mit im wesentlichen gradlinigen Flügeln. Die Flügel des nach Art eines Lüfters gestalteten Kühlkörpers haben die Funktion

von Kühlrippen, wobei im Vergleich zum Stand der Technik ein wesentlich besserer Wärmeübergang von den Oberflächen des Kühlkörpers zum Kühlmedium, insbesondere Luft, erzielt wird. Ferner erlaubt die Erfindung mehr Freiheitsgrade zur Gestaltung der eigentlichen Kühlflächen. Durch die Gestaltung der Rippen oder Flügel des Kühlkörpers kann die durch
5 den Kühlkörper erzeugte Luftströmung optimiert werden, indem z. B. an den radial äußeren Enden der Flügel eine Verengung der durch die Flügel erzeugten Luftströmungskanäle gebildet wird. Grundsätzlich gilt, daß im Bereich der Flügel die größte Luftbeschleunigung und die stärksten Turbulenzen entstehen, wodurch der Wärmeübergang optimiert wird.

Um den Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Kühleinrichtung weiter zu verbessern, kann
10 eine Luftlenkeinrichtung zur Steuerung des Luftstrom vorgesehen werden. Diese kann insbesondere eine Abdeckplatte umfassen, die eine Luftansaugseite und eine Luftabgabeseite trennt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umgibt die Abdeckplatte die Welle coaxial und weist eine zentrale Öffnung auf, um einen Strömungskanal in der Nähe der Welle zu definieren. Dieser Strömungskanal bewirkt, daß die Kühlluft in axialer Richtung
15 angesaugt und in radialer Richtung abgegeben wird.

Gemäß eines weiteren wichtigen Aspekts der Erfindung wird der gesamte Wärmetransportweg von der Wärmequelle, das heißt der zu kühlenden Komponente, bis zum Kühlungsmedium, zum Beispiel Luft, optimiert. Zu diesem Zweck weist die Kühlstruktur einen Behälter auf, der mit einem gut wärmeleitenden Medium gefüllt ist. Dieser Behälter ist
20 seinerseits vorzugsweise aus einem gut wärmeleitenden Material, wie Kupfer oder Aluminium, hergestellt. Um ein möglichst optimierten Wärmetransport von der Fläche zum Einleiten von Wärme zu dem Kühlkörper zu gewährleisten, erstreckt sich die Welle vorzugsweise in den Behälter hinein und ist in diesem mit einem Rotationskörper drehfest verbunden. Dabei sind die Welle und der Rotationskörper vorteilhaft aus einem gut
25 wärmeleitenden Material, wie Kupfer oder Aluminium hergestellt und gut wärmeleitend mit einander verbunden. Der Rotationskörper dient zur Erzeugung einer Strömung und Verwirbelung in dem wärmeleitenden Medium, um die Wärmeübertragung von der Behälterwand auf das in dem Behälter enthaltene wärmeleitende Medium und von dort über den Rotationskörper und die Welle auf den Kühlkörper zu optimieren. Der Rotationskörper
30 kann als Scheibe ausgebildet sein. Übergangswiderstände zwischen den einzelnen Komponenten werden minimiert. Durch die Rotation des Rotationskörpers in dem Behälter

werden hohe Wärmeübergangskoeffizienten zwischen dem im Behälter enthaltenen Medium und sowohl den Innenseiten des Behälters als auch den Oberflächen des Rotationskörpers erzeugt. Die Wärme wird entlang der Welle zu dem Kühlkörper geleitet.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Welle aus einem gut wärmeleitenden Material mit großem Querschnitt ausgebildet. In einer anderen Ausführungsform ist die Welle als Heat Pipe gestaltet, die einen sehr hohen axialen Wärmetransport realisieren kann.

Gemäß eines Aspekts der Erfindung wird die Welle in dem Behälter durch ein Wälzlager oder Gleitlager gelagert, das gleichzeitig der Abdichtung des Behälters dient.

10 Die Erfindung ist im folgenden anhand einer bevorzugten Ausführungsform im Bezug auf die Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt eine Prinzipsskizze einer Kühleinrichtung gemäß der Erfindung.

Die Figur zeigt eine Kühlstruktur 10 in Form eines geschlossenen Behälters, der eine Bodenplatte 11 und einen Deckel 12 aufweist. In die Bodenplatte 11 ist eine zylindrische
15 Vertiefung eingearbeitet, die mit dem Deckel 12 dicht abgeschlossen ist. Geeignete Materialien für die Bodenplatte 11 und den Deckel 12 sind hoch wärmeleitfähige Stoffe, wie Aluminium oder Kupfer. In dem Behälter 10 ist ein wärmeleitfähiges Medium 14 eingeschlossen, wobei der Behälter mit diesem Medium 14, insbesondere einer Flüssigkeit, vollständig gefüllt ist. Zur Füllung des Behälters 10 mit der Flüssigkeit 14 können in dem
20 Deckel 12 und/oder in der Bodenplatte 11 Öffnungen (nicht gezeigt) vorgesehen sein, welche sich hermetisch dicht schließen lassen.

In dem Behälterdeckel 12 ist eine Welle 16 über ein Wälzlager 13, insbesondere ein Kugellager, drehbar gelagert. Anstelle eines Wälzlagers kann auch ein Gleitlager, insbesondere Fluidlager oder hydrodynamisches Lager, vorgesehen sein. Die Welle 16
25 erstreckt sich in das Innere des Behälters 10 und ist mit einem Rotationskörper 15 drehfest verbunden. Der Rotationskörper 15 kann eine Scheibe mit oder ohne Durchbrechungen sein

oder eine andere geeignete Gestalt haben, um die Wärmeübertragung von dem Medium 14 auf den Rotationskörper 15 zu optimieren.

Die Welle 16 ist an ihrem dem Rotationskörper 15 entgegengesetzten Ende mit einem Elektromotor 17 zur Drehung der Welle 16 verbunden.

- 5 Außerhalb des Behälters 10 ist an der Welle 16 ein Kühlkörper 18 angebracht, der insbesondere nach Art eines Lüfterrades, mit flügel- oder schaufelartigen Kühlflächen, die sich von der Welle 16 radial nach außen erstrecken, gestaltet ist. Der Rotationskörper 15, die Welle 16 und der Kühlkörper 18 sind sämtlich aus gut wärmeleitenden Material hergestellt und wärmeleitend, mit möglichst geringem thermischen Widerstand, mit einander gekoppelt,
- 10 so daß sich ein optimaler Wärmeübergang von der Außenfläche 20 der Kühlstruktur 10 über das Kühlmedium 14, den Rotationskörper 15 und die Welle 16 zum Kühlkörper 18 ergibt. Zu diesem Zweck ist der Rotationskörper 15 thermisch hoch leitend an die Welle 16 angekoppelt, und der Kühlkörper 18 ist in gleicher Weise thermisch hoch leitend mit der Welle 16 verbunden.
- 15 Der Behälter 10 ist, wie erwähnt, mit einem thermisch gut leitendem Medium, insbesondere einer Flüssigkeit, gefüllt. Durch Drehung des Rotationskörpers 15 entstehen Strömungen und Verwirbelungen in der Flüssigkeit 14, so daß sich hohe Wärmeübergangskoeffizienten sowohl an den Innenflächen 21 des Behälters als auch an den Oberflächen 22 des Rotationskörpers 15 ergeben. Dadurch wird der Wärmeübergang von der Außenfläche 20 der
- 20 Kühlstruktur 10 über das wärmeleitende Medium 14 auf den Rotationskörper 15 weiter optimiert.

- Die Wärme wird entlang der Welle 16, in axialer Richtung, zu dem flügelförmigen Kühlkörper 18 geleitet. Die Welle 16 kann aus einem hoch leitfähigem Material, wie Kupfer oder Aluminium, bestehen und sollte einen möglichst großen Querschnitt und somit einen
- 25 möglichst geringen Wärmeleitwiderstand haben. Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann die Welle 16 als Heat Pipe gestaltet sein, um dadurch eine nahezu verlustlose Wärmeleitung von der Kühlstruktur 10 zum Kühlkörper 18 zu ermöglichen. Der thermische Widerstand einer Heat Pipe beträgt in etwa ein Zehntel des Widerstandes von Kupfer. Eine Heat Pipe ist ein hohler Zylinder, der mit einer Flüssigkeit

gefüllt ist, welche bei einer Arbeitstemperatur verdampft. Die Heat Pipe weist ein Verdampfungsbereich und einen Kondensatbereich auf. Die Wärme wird im (unteren) Verdampfungsbereich absorbiert, die Flüssigkeit geht in die Dampfphase über, und die Wärme wird im (oberen) Kondensatbereich wieder abgegeben, wo die Flüssigkeit wieder in
5 die flüssige Phase geht. Die Flüssigkeit wird dann durch Schwerkraft oder mittels Kapillarkräfte in den unteren Bereich des Rohres zurück geführt. Anders gesagt ist eine Heat Pipe ein sehr effizientes Mittel zum nahezu verlustfreien Leiten von Wärme zwischen zwei Punkten.

Wie in der Figur dargestellt, ist die Welle 16 durch ein Lager 13 in dem Deckel 12 des
10 Behälters 10 gelagert. Das Lager 13 dient gleichzeitig zur Abdichtung des Behälters nach außen, um ein Austreten des Mediums 14 zu verhindern.

Der Rotationskörper 15, die Welle 16 und der Kühlkörper 18 werden durch den Motor 17 gedreht. Dieser Motor kann im Wesentlichen den im Stand der Technik üblichen Lüftermotoren für eine CPU-Kühlung entsprechen.

15 Der Kühlkörper 18 ist, wie erwähnt, nach Art eines Lüfterrades mit rotierenden Lüfterschaufeln oder Lüfterflügeln aus einem gut wärmeleitfähigem Material hergestellt, das thermisch gut leitend an die Welle 16 gekoppelt ist. Der Kühlkörper 18 hat vorzugsweise eine rotationssymmetrische Gestalt, die zur Erzeugung einer starken, kühlenden Luftströmung optimiert werden kann. Erfindungsgemäß wird ein besonders guter Wärmeübergang von den
20 Oberflächen des Kühlkörpers 18 an die umgebende Luft erreicht, weil der Kühlkörper 18 selbst wie ein Lüfterrad arbeitet, so daß im Bereich der Flügel oder Rippen des Kühlkörpers 18 die größte Luftgeschwindigkeit auftritt. Aufgrund der großen Luftgeschwindigkeit und im Bereich der Flügel erzeugten Turbulenzen ergibt sich ein besonders guter Wärmeübergang. Ferner bietet die Erfindung im Vergleich zum Stand der Technik deutlich mehr Freiheitsgrade
25 zur Gestaltung der eigentlichen Kühlfläche des Kühlkörpers 18. Während im Stand der Technik ein Kompromiß gemacht werden muß zwischen einem Kühlkörper mit einer möglichst großen Fläche zur Abgabe von Wärme, dicken Rippen und ausreichend großen Kanälen zur Hindurchführung des Luftstroms, können erfindungsgemäß die Flügel oder Rippen des Kühlkörpers 18 auf verschiedene Art und Weise gestaltet werden, um die

Oberfläche des Kühlkörpers 18 zu maximieren und gleichzeitig eine optimale Luftströmung zu erhalten.

Wenn der Kühlkörper 18 z. B. nach Art eines Lüfterrads mit sich radial nach außen erstreckten Flügeln gestaltet ist, erweitern sich die Strömungskanäle für die Luft nach radial
5 außen. Um den Luftstrom stärker zu beschleunigen, können diese Kanäle durch zusätzliche Rippen oder eine besondere Formung der Flügel im radial äußeren Bereich wieder verengt werden. Ziel der Gestaltung des beweglichen Kühlkörpers sollte sein, Bereiche ohne Luftbewegung in der Umgebung des Kühlkörpers zu minimieren und die Luftströmung zu maximieren. Bei der herkömmlichen Technik mit feststehendem Kühlkörper und
10 aufgesetztem Lüfter stellt sich unterhalb des Lüftermotors ein glockenförmiger Bereich ein, in dem nahezu keine Luftbewegung stattfindet, so daß dort auch keine Kühlwirkung erzielt wird. Solche Bereich ohne Luftbewegung werden durch die Erfindung weitgehend eliminiert. Die Erfindung erreicht einen geringeren thermischen Gesamtwiderstand als die im Stand der Technik üblichen Kühleinrichtungen für Mikroprozessoren mit feststehendem Kühlkörper
15 und Gebläse.

Zur besseren Kanalisierung der Luftströmung und als Berührungsschutz kann erfindungsgemäß noch eine Abdeckplatte 19 vorgesehen sein. Diese Abdeckplatte 19 ist koaxial zur Welle 16 angeordnet und weist eine zentrale Öffnung 23 auf. Sie trennt die Luftansaugseite von der Luftabgabeseite, um bei Betrieb einen definierten Luftstrom zu
20 erzeugen, in der Figur durch die Pfeile 24, 25 gekennzeichnet ist.

Die erfindungsgemäße Kühleinrichtung kann als kompakte Baueinheit zur Kühlung von Mikroprozessoren, insbesondere CPU's, oder auch anderen Prozessoren und leistungsstarken Bauteilen in einer Datenverarbeitungsanlage eingesetzt werden. Es kann vorgesehen sein, daß die Kühleinrichtung als geschlossene Baueinheit in ein Gehäuse integriert ist, das in der Figur
25 durch gestrichelte Linien 26, 28 schematisch angedeutet ist. Zum Ansaugen und Abgeben von Kühlluft müssen in diesem Fall im Bereich der Luftströmung 24, 25 Öffnungen in dem Gehäuse 26, 28 vorgesehen sein. Die Abdeckung 19 ist dabei vorzugsweise so gestaltet, daß eine Kühlluftströmung in axialer Richtung entlang der Welle 16 in die Kühleinrichtung einströmt und in dieser umgelenkt wird, so daß die Luftströmung radial nach außen
30 abgegeben wird. Durch geeignete Gestaltung des Kühlkörpers 18 kann diese Luftströmung,

wie erwähnt, optimiert werden. Insbesondere können der Kühlkörper bzw. dessen Schaufeln mit geraden, gebogenen, geschlitzten oder perforierten Flächen ausgestaltet werden. Die Höhe der Flächen kann in radialer Richtung von Innen nach Außen verändert werden; auch die für die Schaufeln verwendeten Bleche können unterschiedliche Dicken haben. Das Gehäuse für
5 den Kühlkörper kann unterschiedliche Formen annehmen, z.B. ähnlich wie bei einem Radiallüfter mit schneckenhausartigem Gehäuse oder ähnlich einem Laufrad mit quadratischem Gehäuse, bei dem eine oder mehrere Seitenflächen offen sein können.

Die Erfindung sieht eine Kühleinrichtung für eine elektronische Komponente vor, welche den Wärmetransport von der Wärmequelle über die Kühlstruktur 10, die Welle 16 und den
10 Kühlkörper 18 zur Umgebung optimiert. Zur Realisierung der Erfindung können geeignete wärmeübertragende Materialien und Flüssigkeiten gewählt werden. Auch ist zu beachten, daß die einzelnen Bestandteile der Kühleinrichtung mit minimalem thermischen Widerstand mit einander gekoppelt sind.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbarten
15 Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

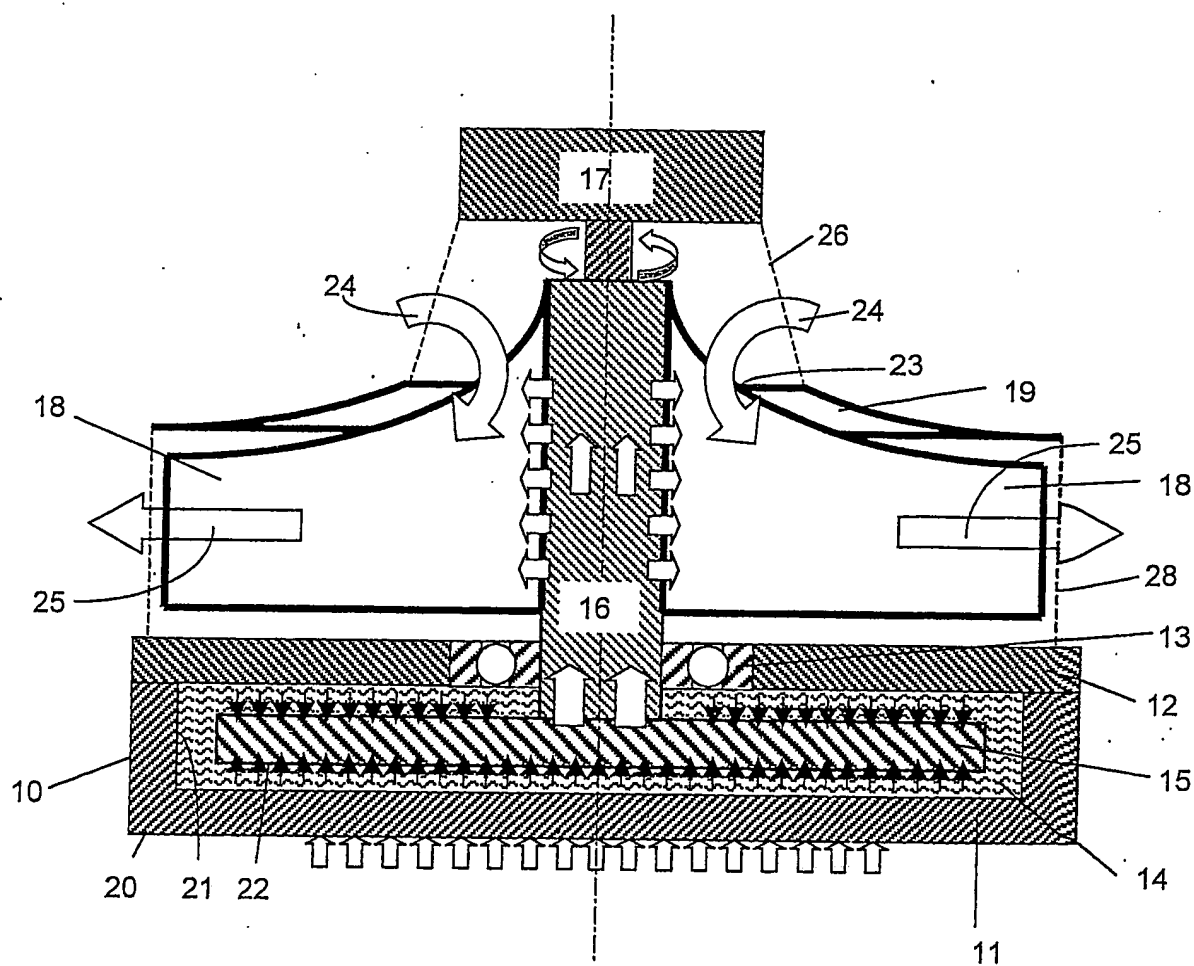
Bezugszeichenliste

10	Behälter
11	Bodenplatte
12	Deckel
13	Wälzlager
14	wärmeleitendes Medium
15	Rotationskörper
16	Welle
17	Antriebseinrichtung
18	Kühlkörper
19	Abdeckplatte
20	Fläche
21	Innenfläche
22	Oberfläche
23	Öffnung
24	Luftstrom
25	Luftstrom
26	Gehäuse
28	Gehäuse

Patentansprüche

1. Kühleinrichtung mit einer Kühlstruktur (10), die wenigstens eine Fläche (20) zum Einleiten von Wärme aufweist, und einem Kühlkörper (18), der mit der Kühlstruktur (10) wärmeleitend verbunden ist, wobei der Kühlkörper (18) bewegbar ist, um durch die
5 Bewegung des Kühlkörpers (18) einen Luftstrom (24, 25) zu erzeugen, der die Wärmeabgabe von dem Kühlkörper (18) an die Umgebung unterstützt.
2. Kühleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Kühlkörper (18) mit einer Welle (16) drehfest verbunden ist und die Welle (16) in der Kühlstruktur (10) drehbar gelagert ist.
- 10 3. Kühleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Kühlkörper (18) mehrere flügelartige Kühlflächen aufweist, die von der Welle (16) in radialer Richtung abstehen.
4. Kühleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß der Kühlkörper (18) mehrere schaufelartige Kühlflächen aufweist, die von der Welle (16) in
15 radialer Richtung abstehen.
5. Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Welle (16) mit einer elektromotorischen Antriebseinrichtung (17) verbunden ist.
6. Kühleinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, g e k e n n z e i c h n e t durch eine Luftlenkeinrichtung (19) zur Steuerung des Luftstroms.
- 20 7. Kühleinrichtung nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Luftlenkeinrichtung (19) eine Abdeckplatte umfaßt, die eine Luftansaugseite und eine Luftabgabeseite trennt.

8. Kühleinrichtung nach Anspruch 2 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckplatte (19) die Welle (16) koaxial umgibt und eine mittige Öffnung (23) aufweist, um einen Strömungskanal in der Nähe der Welle (16) zu definieren.
9. Kühleinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
5 gekennzeichnet, daß die Kühlstruktur (18) einen Behälter aufweist, der mit einem gut wärmeleitenden Medium (14) gefüllt ist.
10. Kühleinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (10) aus einem gut wärmeleitenden Material, insbesondere Kupfer oder Aluminium, hergestellt ist.
- 10 11. Kühleinrichtung nach Anspruch 9 oder 10 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (16) in dem Behälter (10) durch Wälzlager (13) gelagert ist.
12. Kühleinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (16) sich in den Behälter (10) hinein erstreckt und in dem Behälter (10) mit einem Rotationskörper (15) drehfest verbunden ist.
- 15 13. Kühleinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (16) und der Rotationskörper (15) aus einem gut wärmeleitenden Material, insbesondere Kupfer oder Aluminium, hergestellt und gut wärmeleitend mit einander verbunden sind.
14. Kühleinrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotationskörper (15) eine Scheibe zur Erzeugung einer Strömung in dem wärmeleitenden
20 Medium (14) umfaßt.
15. Kühleinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (15) Durchbrechungen aufweist.



Figur